

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-273372

(43)公開日 平成8年(1996)10月18日

(51) Int.Cl.⁶

G 1 1 C 14/00
11/22

識別記号

庁内整理番号

FI

G 1 1 C 11/34
11/22

技術表示箇所

3 5 2 A

審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平7-68449

(22)出願日 平成7年(1995)3月27日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 大澤 俊政

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
一株式会社内

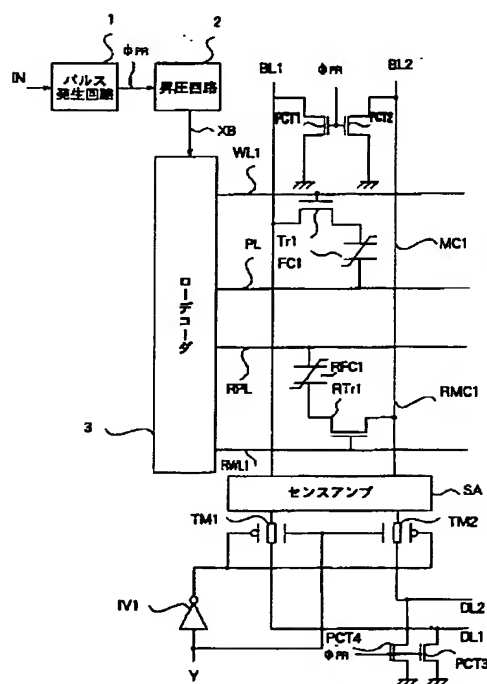
(74) 代理人 弁理士 佐藤 隆久

(54) 【発明の名称】 強誘電体記憶装置

(57) 【要約】

【目的】タイミング設計が容易で、動作速度の高速化を図れ、また面積の増大を防止できる強誘電体記憶装置を実現する。

【構成】メモリセルをアクセスするための信号、たとえばアドレス信号あるいはコントロール信号等の入力信号 I_N を受けて、入力信号 I_N に同期したパルス信号 ϕ_{PR} を生成して昇圧回路 2 およびプリチャージトランジスタ $PCT1 \sim PCT4$ のゲートに出力するパルス発生回路 1 と、パルス発生回路 1 によるパルス信号 ϕ_{PR} を受けて、昇圧用素子としての強誘電体キャパシタに所定のタイミングで入力させて、少なくともスイッチングトランジスタ $Tr1$ 、 $RTr1$ のしきい値に基づく電圧降下を相殺するレベル以上、たとえば $2V_{cc}$ に昇圧したワード線用駆動信号 X_B を生成しデコーダ 3 に出力する昇圧回路 2 を設ける。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも、第 1 および第 2 の電極と両電極間に配置された強誘電体を有し、両電極への印加電圧に応じた強誘電体の分極の方向によって 2 値データを記憶する強誘電体キャパシタと、ワード線に印加される駆動信号レベルに応じてビット線と強誘電体キャパシタの第 1 の電極とを作動的に接続するスイッチングトランジスタとからなるメモリセルを有する強誘電体記憶装置であって、

上記メモリセルをアクセスするための外部信号に受けて、当該外部信号に同期したパルス信号を生成するパルス発生回路と、

昇圧用素子を有し、上記パルス発生回路によるパルス信号を所定のタイミングで当該昇圧用素子に入力させて、少なくとも上記スイッチングトランジスタのしきい値に基づく電圧降下を相殺するレベル以上に昇圧した上記駆動信号を生成する昇圧回路とを有する強誘電体記憶装置。

【請求項 2】 上記昇圧用素子は、強誘電体キャパシタにより構成されている請求項 1 記載の強誘電体記憶装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、強誘電体の分極反転を利用した強誘電体記憶装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 図 8 に示すようなヒステリシス特性を有する強誘電体の分極反転を利用して、2 値データを記憶する強誘電体不揮発性メモリとしては、現在さまざまなものが提案されているが、その中で代表的なものとして、1 つのスイッチングトランジスタと 1 つの強誘電体キャパシタにより 1 ビットを構成するもの（1 Tr-1 Cap 方式）、2 つのスイッチングトランジスタと 2 つの強誘電体キャパシタにより 1 ビットを構成するもの（2 Tr-2 Cap 方式という）との 2 種類が提案されている。以下に、1 Tr-1 Cap 方式を例に強誘電体不揮発性メモリの基本的な回路構成について説明する。

【0003】 図 9 は、1 Tr-1 Cap 方式を採用した強誘電体不揮発性メモリの基本的な 1 ビット構成を示す図である。このメモリセル MC 1 は、図 9 に示すように、ビット線 BL 1 に対しドレインが接続された n チャネル MOS トランジスタからなるスイッチングトランジスタ Tr 1 と、スイッチングトランジスタ Tr 1 のソースに対し一方（第 1）の電極が接続された強誘電体キャパシタ FC 1 によって 1 ビットが構成されており、スイッチングトランジスタ Tr 1 のゲートがワード線 WL 1 に接続され、強誘電体キャパシタ FC 1 の他方（第 2）の電極（プレート電極）がプレート線 PL に接続されている。

【0004】 そして、この 1 Tr-1 Cap 方式を採用

2

した不揮発性メモリには、ビット線 BL 1 と対をなすビット線 BL 2 にドレインが接続されたリファレンス用スイッチングトランジスタ R Tr 1 と、スイッチングトランジスタ R Tr 1 のソースに対し一方の電極が接続されたリファレンス用強誘電体キャパシタ R FC 1 によって構成されるリファレンスセル R MC 1 が設けられ、スイッチングトランジスタ R Tr 1 のゲートがリファレンス用ワード線 RWL 1 に接続され、強誘電体キャパシタ R FC 1 の他方の電極がリファレンス用プレート線 R PL に接続されている。なお、強誘電体は、分極変化の回数が多くなると電極に発生する電荷が小さくなる劣化 (Fatigue) が起こる。そこで、リファレンスセル R CM 1 は、常にデータ「0」を書き込み劣化が起こりにくいように制御される。

【0005】 次に、1 Tr-1 Cap 方式を採用した不揮発性メモリにおける動作を、データの読み出し動作を例に、図 10 のタイミングチャートを参照しつつ説明する。

【0006】 まず、図示しない列制御系によりビット線 BL 1、BL 2 に「0」V が印加され、その後オープンとされる。そして、図示しない行制御系であるローデコーダによりワード線 WL 1 に ($V_{cc} + \alpha V$ 、たとえば α は 1 V) が印加される。これにより、スイッチングトランジスタ Tr 1 が導通状態となる。同様に、リファレンス用ワード線 RWL 1 に ($V_{cc} + 1 V$) が印加される。これにより、スイッチングトランジスタ R Tr 1 が導通状態となる。なお、ワード線 WL 1、RWL 1 の設定レベルを ($V_{cc} + 1 V$) としたのは、スイッチングトランジスタのしきい値電圧 V_{th} が 1 V 以下であることから、「+1 V」してトランジスタによる電圧降下を防ぐためであり、この電圧は、図示しない昇圧回路により、たとえば内部信号に基づいて生成され、図示しないローデコーダを介して印加される。

【0007】 そして、ワード線 WL 1、RWL 1 と略同様の立ち上げタイミング、あるいは図 10 に示すように、一定のタイミングにおいてプレート線 PL および R PL に電源電圧 V_{cc} が所定時間印加される。これにより、強誘電体キャパシタ FC 1 および R FC 2 の分極状態に従ってビット線 BL 1 および BL 2 の電位が変化する。そして、リファレンスセル R MC 1 が接続されたビット線 BL 2 の電位とメモリセル MC 1 が接続されたビット線 BL 1 の分極状態に応じた電位との差が、図示しないセンスアンプにより検出される。なお、リファレンスセル R MC 1 は分極反転させずに使用されるため、再書き込み動作に入らないように、すなわち「0」データを書き込むために、リファレンス用ワード線 RWL 1 はリファレンス用プレート線 R PL よりも早いタイミングで 0 V に立ち下がるように設定される。すなわち、スイッチングトランジスタ R Tr 1 が非導通状態になった後に、リファレンス用プレート線 R PL が 0 V に立ち下げ

3

られる。

【0008】通常のメモリセルMC1側では、データ読み出し後、上述した再書き込みを行うため、リファレンス用プレート線RPLとほぼ同時に0Vに立ち下げた後に、ワード線WL1が($V_{cc}+1V$)から0Vに立ち下げられる。これにより、スイッチングトランジスタTr1が非導通状態となり、読み出し動作が終了する。

【0009】また、図11は1Tr-1Cap方式を採用した不揮発性メモリにおける書き込み動作時のタイミングチャートを示している。データ書き込みは、図11に示すようなワード線WLおよびプレート線PLの制御が行われて、1つの強誘電体キャパシタの分極状態を、図8に示すヒステリシス曲線におけるC点(状態0)またはA点(状態1)に設定することにより、1ビットの書き込みが行われる。この場合も、ワード線WL1へは、スイッチングトランジスタによる電圧降下を防ぐためであり、図示しない昇圧回路により、たとえば内部信号に基づいて生成された($V_{cc}+1V$)の信号が、図示しないローデコーダを介して印加される。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した図9の回路では、ワード線用駆動電圧を昇圧する回路は、たとえば複数のノード間をそれぞれnチャネルMOSトランジスタで接続し、たとえば内部パルス信号を、ゲート絶縁膜を有する半導体キャパシタに印加させてその容量結合により順次に昇圧するように構成される。

【0011】しかしながら、外部からの信号に直接同期させたパルス信号を用いずに、内部パルス信号を用いていることから、ずれ等の発生を防止するためのタイミング調整に時間がかかり、動作の高速化に限界があった。また、複数の半導体キャパシタに相補的なレベルをとるパルス信号を順次に印加する必要がある、そのタイミング制御が複雑で、また、複数のキャパシタを要することから回路面積の増大を招くという問題がある。

【0012】本発明は、かかる事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、タイミング設計が容易で、動作速度の高速化を図れ、また面積の増大を防止できる強誘電体記憶装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は、少なくとも、第1および第2の電極と両電極間に配置された強誘電体を有し、両電極への印加電圧に応じた強誘電体の分極の方向によって2値データを記憶する強誘電体キャパシタと、ワード線に印加される駆動信号レベルに応じてビット線と強誘電体キャパシタの第1の電極とを作動的に接続するスイッチングトランジスタとからなるメモリセルを有する強誘電体記憶装置であって、上記メモリセルをアクセスするための外部信号を受けて、当該外部信号に同期したパルス信号を生成するパルス発生回路と、昇圧用素子を有し、上記パルス

4

発生回路によるパルス信号を所定のタイミングで当該昇圧用素子に入力させて、少なくとも上記スイッチングトランジスタのしきい値に基づく電圧降下を相殺するレベル以上に昇圧した上記駆動信号を生成する昇圧回路とを有する。

【0014】また、本発明の強誘電体記憶装置では、上記昇圧用素子は、強誘電体キャパシタにより構成されている。

【0015】

【作用】本発明の強誘電体記憶装置によれば、読み出しあるいは書き込み時に、メモリセルをアクセスするための外部信号、たとえばアドレス信号が入力されると、パルス発生回路において、アドレス信号に同期したパルス信号が生成されて昇圧回路に出力される。昇圧回路では、パルス信号が所定のタイミングで昇圧用素子、たとえば強誘電体キャパシタに入力されて、少なくともスイッチングトランジスタのしきい値に基づく電圧降下を相殺するレベル以上に昇圧された駆動信号が生成される。そして、この駆動信号が、たとえばローデコーダでアドレス信号に基づいて選択されたワード線に印加される。これにより、スイッチングトランジスタが導通状態となるが、このとき、そのワード線に接続されたスイッチングトランジスタを通してのビット線と強誘電体キャパシタ間の信号の授受において、スイッチングトランジスタのしきい値に基づく電圧降下が相殺される。

【0016】

【実施例】図1は、本発明に係る1Tr-1Cap方式を採用した強誘電体不揮発性メモリの基本的な1ビット構成を示す回路図であって、従来例を示す図9と同一構成部分は同一符号をもって表している。すなわち、MC1はメモリセル、RMC1はリファレンスセル、BL1、BL2はビット線、WL1、WL2はワード線、PLはプレート線、RWL1はリファレンス用ワード線、RPLはリファレンス用プレート線、SAはセンスアンプ、DL1、DL2はデータ線、TM1、TM2は転送ゲート、IV1はインバータ、PCT1~PCT4はnチャネルMOSトランジスタからなるプリチャージトランジスタ、1はパルス発生回路、2は昇圧回路、3はローデコーダをそれぞれ示している。

【0017】プリチャージトランジスタPCT1はビット線BL1と接地線との間に接続され、プリチャージトランジスタPCT2はビット線BL1と接地線との間に接続され、これらトランジスタPCT1およびPCT2のゲートが信号 ϕ_{PR} の供給線、すなわちパルス発生回路1の出力に接続されている。また、プリチャージトランジスタPCT3はデータ線DL1と接地線との間に接続され、プリチャージトランジスタPCT4はビット線DL2と接地線との間に接続され、これらトランジスタPCT3およびPCT4のゲートが信号 ϕ_{PR} の供給線、すなわちパルス発生回路1の出力に接続されている。

5

【0018】また、転送ゲートTM1、TM2はnチャネルMOSトランジスタとpチャネルMOSトランジスタのソース・ドレイン同士を接続して構成され、転送ゲートTM1はセンスアンプSAのビット線BL1の出力ラインとデータ線DL1との間に接続され、転送ゲートTM2はセンスアンプSAのビット線BL2の出力ラインとデータ線DL2との間に接続されている。そして、転送ゲートTM1、TM2を構成するnチャネルMOSトランジスタのゲートに選択信号Yの入力線が接続され、pチャネルMOSトランジスタのゲートにインバータIV1の出力線、すなわち、選択信号Yの反転信号の供給線に接続されている。

【0019】パルス発生回路1は、図示しない制御系から出力されたメモリセルをアクセスするための信号、たとえばアドレス信号あるいはコントロール信号等の入力信号INを受けて、入力信号INに同期したパルス信号φPRを生成して昇圧回路2およびプリチャージトランジスタPCT1〜PCT4のゲートに出力する。

【0020】図2は、パルス発生回路1の構成例を示す回路図である。このパルス発生回路1は、図2に示すように、インバータ101〜104、2入力ナンドゲート105により構成されている。具体的には、インバータ101〜103が直列に接続され、インバータ101の入力およびナンドゲート105の一方の入力が入力信号INの入力線に接続され、インバータ103の出力がナンドゲート105の他方の入力に接続され、ナンドゲート105の出力がインバータ104の入力に接続され、インバータ104の出力が昇圧回路2の入力、並びにプリチャージトランジスタPCT1〜PCT4のゲートに接続されている。

【0021】図3に、図2のパルス発生回路1の入力信号IN、インバータ103の出力信号S103、ナンドゲート105の出力信号S105およびインバータ104の出力信号S104のタイミングチャートを示す。図3に示すように、パルス発生回路1から、入力信号INに同期したパルス信号S104（φPR）が生成され、昇圧回路2等に出力される。

【0022】昇圧回路2は、パルス発生回路1によるパルス信号φPRを受けて、昇圧用素子としての強誘電体キャパシタに所定のタイミングで入力させて、少なくともスイッチングトランジスタTr1、RTTr1のしきい値に基づく電圧降下を相殺するレベル以上、たとえば2Vccに昇圧したワード線用駆動信号XBを生成しデコーダ3に出力する。デコーダ3は、アドレス信号により指定されたワード線WL、およびリファレンスワード線RWL1に、駆動信号XBを送出する。

【0023】図4は、昇圧回路2の構成例を示す回路図である。この昇圧回路2は、図4に示すように、インバータ201〜208、2入力ナンドゲート209、強誘電体キャパシタ210およびpチャネルMOSトランジ

6

スタ211により構成されている。具体的には、インバータ201〜203が直列に接続され、インバータ201の入力およびインバータ204の入力がパルス信号φPRの入力線に接続され、インバータ203の出力がナンドゲート209の一方の入力に接続され、インバータ204の出力がナンドゲート209の他方の入力に接続され、ナンドゲート209の出力がインバータ208の入力に接続され、インバータ208の出力がpチャネルMOSトランジスタ211のゲートに接続されている。pチャネルMOSトランジスタ211のソースは電源電圧Vccの供給線に接続されている。また、インバータ205〜207が直列に接続され、インバータ205の入力がパルス信号φPRの入力線に接続され、インバータ207の出力が強誘電体キャパシタ210の一方の電極に接続されている。そして、強誘電体キャパシタ210の他方の電極がpチャネルMOSトランジスタ211のドレインに接続され、これらの接続点から略2Vccまで昇圧された駆動信号XBをデコーダ3に出力する。

【0024】図5に、図4の昇圧回路2の入力信号φPR、インバータ203の出力信号S203、インバータ204の出力信号S204、インバータ207の出力信号S207、ナンドゲート209の出力信号S209およびインバータ208の出力信号S208のタイミングチャートを示す。

【0025】このような構成を有する昇圧回路2では、図5に示すように、インバータ208の出力信号S208がローレベルのときにpチャネルMOSトランジスタ211が導通状態となり、強誘電体キャパシタ210の他方の電極側である信号XBの出力ノードはVccレベルまで充電される。このとき強誘電体キャパシタ210の一方の電極側は信号S207がローレベルに放電されていることから、接地レベルの0Vに放電されている。次に、信号S208がハイレベルになり、トランジスタ211が非導通状態になると、信号XBの出力ノードはフローティングとなる。続いて、信号S207がハイレベルのVccレベルまで遷移する。その結果、信号XBのレベルは強誘電体キャパシタ210の容量結合により、2Vccレベルまで上昇する。

【0026】また、この昇圧回路2では、昇圧用素子として、比誘電率が酸化膜の数百倍、たとえばPZTの場合には300倍の強誘電体キャパシタ210を用いているので、従来の酸化膜を用いた半導体キャパシタと同じ容量を得るのに、小さい面積で済む。

【0027】次に、上記構成による動作を、読み出し動作を例に説明する。なお、この場合の各信号のタイミングは図10に示すものと同様となることから、図10を参照しつつ説明する。

【0028】まず、メモリセルをアクセスするための外部信号、たとえばアドレス信号INが入力されると、パルス発生回路1において、アドレス信号に同期したパル

7

ス信号 ϕ_{PR} が生成されてプリチャージトランジスタPCT1~PCT4のゲート、並びに昇圧回路2に出力される。これにより、ビット線BL1、BL2、およびデータ線DL1、DL2が接地レベルにプリチャージされる。

【0029】また、昇圧回路2では、パルス信号 ϕ_{PR} が所定のタイミングで昇圧用素子としての強誘電体キャパシタ210に入力されて、スイッチングトランジスタのしきい値に基づく電圧降下を相殺するに十分な $2V_{CC}$ レベルまで昇圧された信号 X_B が生成されてローデコーダ3に出力される。そして、ローデコーダ3では、 $2V_{CC}$ レベルまで昇圧された信号 X_B がそのままのレベルで、あるいはたとえば($V_{CC}+1V$)程度に調整されて、アドレス信号に基づいて選択されたワード線WL、RWLに印加される。これにより、メモリセルMC1のスイッチングトランジスタTr1が導通状態となる。同様に、リファレンス用ワード線RWL1に($V_{CC}+1V$)の電圧が印加される。これにより、リファレンス用スイッチングトランジスタRTTr1が導通状態となる。

【0030】そして、電源電圧 V_{CC} レベルの駆動パルス信号がプレート線PLに所定時間印加される。同様に、電源電圧 V_{CC} レベルの駆動パルス信号がリファレンス用プレート線RPLに所定時間印加される。これにより、メモリセルMC1およびリファレンスセルRMC1の強誘電体キャパシタFC1、RFC1のプレート電極には電源電圧 V_{CC} が所定期間だけ印加される。その結果、強誘電体キャパシタFC1およびRFC2の分極状態に従ってビット線BL1およびBL2の電位が変化する。そして、リファレンスセルRMC1が接続されたビット線BL2の電位とメモリセルMC1が接続されたビット線BL1の分極状態に応じた電位との差が、センスアンプにより検出される。

【0031】なお、リファレンスセルRMC1は分極反転させずに使用されるため、再書き込み動作に入らないように、すなわち「0」データを書き込むために、リファレンス用ワード線RWL1はリファレンス用プレート線RPLよりも早いタイミングで0Vに立ち下がるように設定される。すなわち、スイッチングトランジスタRTTr1が非導通状態になった後に、リファレンス用プレート線RPLが0Vに立ち下げられる。

【0032】通常のメモリセルMC1側では、データ読み出し後、上述した再書き込みを行うため、リファレンス用プレート線RPLとほぼ同時に0Vに立ち下げた後に、ワード線WL1が($V_{CC}+1V$)から0Vに立ち下げられる。これにより、スイッチングトランジスタTr1が非導通状態となり、読み出し動作が終了する。

【0033】以上説明したように、本実施例によれば、図示しない制御系から出力されたメモリセルをアクセスするための信号、たとえばアドレス信号あるいはコントロール信号等の入力信号INを受けて、入力信号INに

8

同期したパルス信号 ϕ_{PR} を生成して昇圧回路2およびプリチャージトランジスタPCT1~PCT4のゲートに出力するパルス発生回路1と、パルス発生回路1によるパルス信号 ϕ_{PR} を受けて、昇圧用素子としての強誘電体キャパシタ210に所定のタイミングで入力させて、少なくともスイッチングトランジスタTr1、RTTr1のしきい値に基づく電圧降下を相殺するレベル以上、たとえば $2V_{CC}$ に昇圧したワード線用駆動信号 X_B を生成しデコーダ3に出力する昇圧回路2を設けたので、タイミング設計が容易となり、動作速度の高速化を図れる利点がある。加えて、昇圧用素子として強誘電体キャパシタを用いるので、回路面積を小さくでき、面積の増大を防止できる利点がある。

【0034】なお、昇圧回路2においては、強誘電体キャパシタ210の一方の電極側(インバータ207の出力側)を接地レベルから V_{CC} レベルに充電するとき、pチャネルMOSトランジスタ211が必ず非導通状態に保持されるように、信号遅延時間の配分が必要である。

【0035】図6にその信号遅延時間の配分を最適化した昇圧回路の構成例を示し、図7にそのタイミングチャートを示す。この場合、pチャネルMOSトランジスタ211のゲートに印加する信号のパルス幅を小さくし、強誘電体キャパシタ210の一方の電極に印加する信号のパルス幅が大きくなるように構成されている。すなわち、pチャネルMOSトランジスタ211のゲートに印加する信号ラインはインバータ201、202を介した信号とパルス信号 ϕ_{PR} とをナンドゲートS209の2入力とし、ナンドゲート209の出力信号S209をpチャネルMOSトランジスタ211のゲートに入力させている。また、強誘電体キャパシタ210の一方の電極に印加する信号ラインは、直列接続されたインバータ205~207に並列にインバータ212を設け、インバータ207の出力信号とインバータ212の出力信号とをナンドゲートS213の2入力とし、ナンドゲート213の出力信号をインバータ214に入力させ、このインバータ214の出力信号S214を強誘電体キャパシタ210の一方の電極に入力させている。

【0036】図6の回路を用いることにより、上述した効果に加えて、的確な動作を実現できるという効果を得られる。

【0037】なお、以上の説明においては、1Tr-1Cap方式を採用した強誘電体不揮発性メモリを例に説明したが、本発明が2Tr-2Cap方式を採用した強誘電体不揮発性メモリに適用できることはいうまでもない。

【0038】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の強誘電体記憶装置によれば、タイミング設計が容易となり、動作速度の高速化を図ることができる。また、昇圧用素子として強誘電体キャパシタを用いるので、回路面積を小さ

10

のタイミングチャートである。

9の回路の書き込み時における各端子に印
のタイミングチャートである。

ノセル

ファレンスセル

ツチングトランジスタ

ファレンス用スイッチングトランジスタ

電体キャパシタ

ファレンス用強誘電体キャパシタ

2…ビット線

2...ワード線

7 アレンス用ワード線

一、線

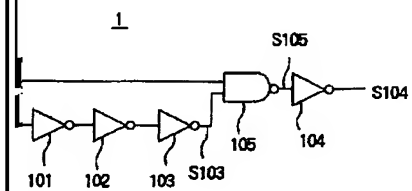
・レンズ用プレート線

三回路

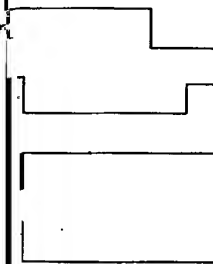
三回路

—ダ

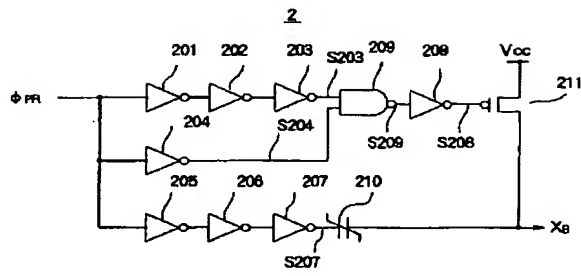
【図 2】



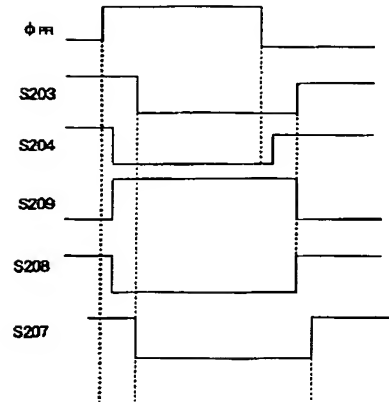
【図 3】



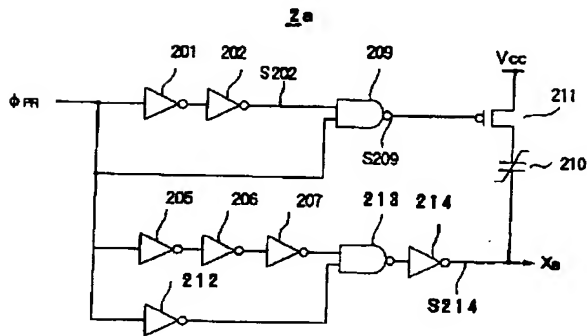
【図 4】



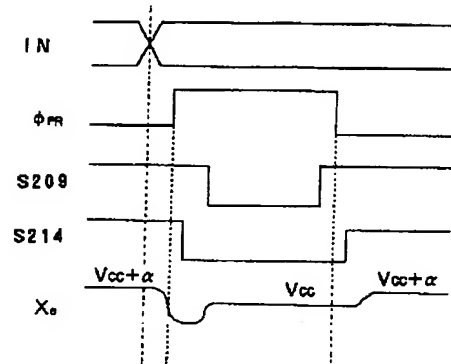
【図 5】



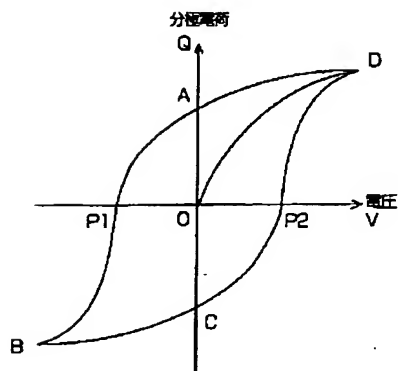
【図 6】



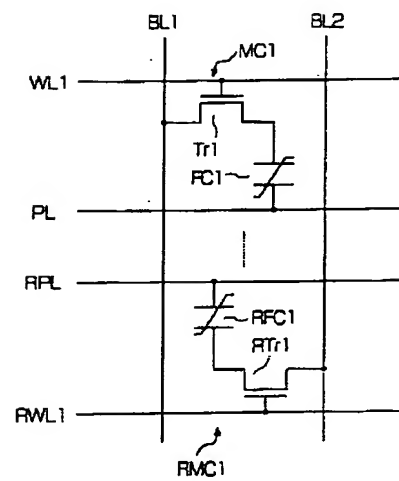
【図 7】



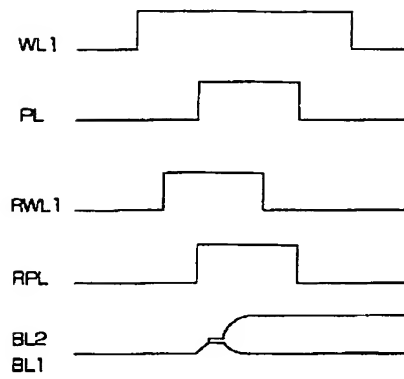
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【図 11】

